QUELQUES CONSIDÉRATIONS
SUR LES
PROPRIÉTÉS RADIOACTIVES
DES
EAUX MINÉRALES

PAR

Le Docteur A. PIATOT

ANCIEN INTERNE DES HOPITAUX DE PARIS
MÉDECIN CONSULTANT A BOURBON-LANCY



MACON
IMPRIMERIE PROTAT FRÈRES
MARS 1905

Ouvrage Récompensé par l'Académie de Médecine
(MÉDAILLE DE VERMEIL, 1905)

QUELQUES CONSIDÉRATIONS

SUR LES

PROPRIÉTÉS RADIOACTIVES

DES

EAUX MINÉRALES



MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

QUELQUES CONSIDÉRATIONS

SUR LES

PROPRIÉTÉS RADIOACTIVES

DES

EAUX MINÉRALES

PAR

Le Docteur A. PIATOT

ANCIEN INTERNE DES HOPITAUX DE PARIS
MÉDECIN CONSULTANT A BOURBON-LANCY



MACON
IMPRIMERIE PROTAT FRÈRES
MARS 1905

QUELQUES CONSIDÉRATIONS

SUR LES

PROPRIÉTÉS RADIOACTIVES

DES

EAUX MINÉRALES

« Les eaux minérales ont quelque chose d'organique, de vivant, qui échappe encore à nos investigations de laboratoire ; les plus faiblement minéralisées ont parfois des actions plus puissantes que d'autres riches en sels variés. L'expérience clinique est la seule qui permette, à l'heure actuelle, de se prononcer sur leur action thérapeutique. »

Cette assertion de M. Arnozan [1], encore vraie hier, n'est plus entièrement fondée depuis la découverte du radium par M. et Mme Curie et surtout depuis la recherche des propriétés radioactives des eaux minérales. Ces recherches en effet nous éclairent sur certains points obscurs de l'étude des sources thermales dont la valeur thérapeutique n'était pas suffisamment expliquée par la composition chimique. Mais, loin de bouleverser toutes

1. Arnozan, *Traité de Thérapeutique*, de A. Robin, t. I, 1895, p. 19.

les notions d'hydrologie admises jusqu'ici, ces recherches scientifiques récentes ne font que confirmer les groupements qu'avait établis l'éminent hydrologue MAX. DURAND-FARDEL, en se basant à la fois sur la clinique thermale, les résultats thérapeutiques et l'analyse chimique ordinaire.

Qu'est-ce donc que la radioactivité ? C'est la propriété que possèdent des substances telles que l'*uranium*, le *thorium*, le *radium* ou leurs sels d'émettre spontanément certains rayons qui se traduisent par des manifestations de l'énergie chimique et de l'énergie physique, action sur les plaques photographiques et pouvoir de décharger les corps électrisés. Lorsqu'il s'agit de substances radioactives, les rayons dégagés diffèrent essentiellement des rayons lumineux en ce qu'ils ne sont susceptibles ni de réflexion, ni de réfraction, ni de polarisation. Ce qui est particulièrement remarquable dans les phénomènes radioactifs, c'est la quantité énorme d'énergie engendrée [1].

La découverte de la radioactivité est éminemment française ; elle est due à M. BECQUEREL en 1896. Deux ans plus tard, M. et Mme CURIE découvraient le radium en l'extrayant de la *pechblende* (oxyde d'uranium) provenant de Bohême. Depuis, en Amérique, on a retiré les sels de radium de la *carnotite* (vanadate d'urane et de cuivre). Récemment enfin, M. DANNE a trouvé que cer-

1. DANIEL, *Radioactivité* (Ch. Dunod, éditeur). Paris, 1905.

tains terrains plombifères situés en Saône-et-Loire à *Grury*, aux lieux dits « les Dorains » et « les Faulins » à quelques kilomètres de Bourbon-Lancy, renferment du radium. Les matières radioactives de ces terrains sont une pyromorphite (phosphate de plomb), des argiles plombifères et des pegmatites ; mais c'est le plus souvent avec la pyromorphite que se trouve le radium, et son activité atteint dans certains échantillons plusieurs fois celle de l'uranium.

Aucun de ces métaux ne contient d'uranium. C'est là un fait très remarquable ; car jusqu'à présent on n'avait observé la présence du radium que dans les minéraux uranifères. Mais dans la pyromorphite qui se rencontre en filonnets étroits encastrés entre des roches quartzeuses et feldspathiques, le radium a été apporté à une époque toute récente par les eaux radioactives qui, en passant sur des minéraux radifères situés dans les profondeurs de la terre, entraînent de petites quantités de sels de radium qu'elles abandonnent ensuite en cours de route par réactions physiques ou chimiques. La pyromorphite joue donc le rôle de support à l'élément radioactif[1].

A Saint-Symphorien de Marmagne, également en Saône-et-Loire, M. Lacroix a trouvé des cristaux d'*autunite* (phosphate d'uranium et de calcium).

Les propriétés radioactives des eaux minérales ont fait l'objet de travaux concordants de MM. Elster et Geitel, Curie et Laborde, Strutt, J.-J. Thomson, Himstedt,

1. Danne. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 23 janvier 1905.

Dewar, Ramsay, Moureu, Troost et Bouchard. Ces savants ont mis en évidence la présence de l'émanation du radium dans les gaz qui s'échappent spontanément au griffon de diverses sources thermales. L'émanation du radium se détruirait en donnant de l'hélium, et ce fait serait corrélatif de la disparition de la radioactivité du mélange gazeux. « Il est possible d'ailleurs, dit M. Curie, que d'autres matières radioactives, plus ou moins répandues au sein de la terre, subissent des métamorphoses du même ordre que celles qu'éprouverait le radium dans l'hypothèse de sa transformation en hélium avec production finale d'hélium ou d'autres gaz de la même famille (argon, néon, crypton, xénon) »

Déjà auparavant, Dewar en Angleterre avait révélé la présence de l'hélium dans les gaz des sources de Bath et MM. Bouchard [1] et Desgrez dans ceux de l'eau de Bagnoles-de-l'Orne et de Cauterets. On peut donc se demander avec M. Laborde [2], collaborateur de M. Curie qui a exposé si parfaitement la technique des recherches entreprises au laboratoire de la Faculté des sciences, « si la présence de l'hélium n'est pas une indication de l'existence de radium dans les couches profondes, l'émanation du radium entraîné par les eaux ayant le temps de produire de l'hélium dans son trajet souterrain. »

« Les gaz destinés aux recherches, dit M. Laborde, doivent être recueillis soigneusement sans mélange d'air.

1. Bouchard, *Communication à l'Académie des sciences*, 7 décembre 1896.

2. Laborde, *Radioactivité des Eaux minérales*, *Radium*, 15 juillet 1904.

On dispose au griffon de la source, au-dessus du dégagement gazeux, un entonnoir renversé qui dirige les gaz dans un flacon plein d'eau retourné au-dessus de l'entonnoir, de telle façon que le goulot du flacon plonge dans l'eau du bassin.

Lorsque le flacon est plein de gaz, on le bouche avec soin, sous l'eau, autant que possible avec un bouchon en caoutchouc, et on cachète rapidement le bouchon en plongeant le goulot dans un bain de paraffine, ou de cire fondue au préalable à cet effet.

Avec ces précautions, on reçoit des gaz absolument purs et qui se sont dégagés dans un temps assez court. On peut alors les introduire dans les appareils de mesure : ce sont des condensateurs cylindriques, dont l'armature externe est une boîte cylindrique fermée en laiton, et dont l'armature interne est une tige de laiton, isolée, placée dans l'axe de la boîte. Cette tige en laiton est de plus protégée, contre les fuites d'électricité, par un anneau de garde relié à la terre, et l'ensemble de l'appareil est protégé par une boîte de zinc également reliée à la terre.

Les gaz étudiés sont d'abord transvasés sous une cloche graduée, munie d'un robinet. Pour introduire les gaz dans l'appareil, on commence par y faire le vide à l'aide d'une trompe à eau ; puis, par une manœuvre du robinet à 3 voies, on laisse rentrer les gaz qui se dessèchent en passant sur de l'acide phosphorique.

L'armature externe du condensateur cylindrique étant portée à un potentiel de 200 à 300 volts et la tige inté-

rieure étant en relation avec un électromètre, on mesure, par la méthode du quartz piézo-électrique, le courant électrique qui traverse le condensateur. La connaissance de ce courant et des dimensions de l'appareil (longueur du condensateur, 13 centimètres; rayon du cylindre extérieur, 3 centimètres, 5; rayon du cylindre intérieur, 0 centimètre, 2), permet de caractériser la radioactivité d'un gaz donné.

Toutefois, il est préférable de définir la quantité d'émanation contenue dans le gaz par une comparaison directe avec celle qui est dégagée en un temps donné par une solution titrée de bromure de radium pur. Il suffit pour cela de remplacer dans le condensateur le gaz radioactif étudié par de l'air que l'on a fait barboter dans une solution contenant 0 gr. 00001 de bromure de radium pur; on sait l'instant où le flacon, préalablement vide d'émanation, a été bouché. On sait alors que l'on a introduit dans son appareil la quantité d'émanation qui a été dégagée par 0 gr. 00001 de bromure de radium pur en un temps donné.

En comparant les courants qui traversent le condensateur dans le cas du gaz étudié et dans le cas de l'émanation du radium, on peut savoir ce que le gaz étudié contient d'émanation.

Les gaz étudiés, ainsi que l'émanation, sont laissés un certain temps (quelques jours) dans l'appareil, ce qui permet de constater, dans chacun des cas, d'abord la période d'établissement de la radioactivité induite sur les parois du condensateur et ensuite la loi de dé-

croissance de l'activité de l'émanation : ainsi, au bout de quelques heures, le courant qui traverse le condensateur passe par un maximum, à partir duquel il diminue de moitié de sa valeur pendant chaque période de quatre jours.

Nous avons ainsi constitué un tableau des gaz étudiés, en faisant figurer le nombre *n* de minutes pendant lequel il faudrait laisser séjourner 1 milligramme de bromure de radium pur dans 1 litre d'air pour obtenir le même courant dans le condensateur qu'avec les gaz étudiés. Dans ces conditions, si l'on admet que l'état d'ionisation communiqué à l'air par l'émanation est le même que celui qu'elle communique aux gaz de la source, on pourra dire que ces nombres mesurent la quantité d'émanation contenue dans un litre de gaz de la source. (La première colonne du tableau représente la valeur du courant (*i*) qui traversait dans chaque expérience le condensateur cylindrique décrit).

	$i \times 10^3$	n
Bad-Gastein (Autriche) — Source Grabenbäcker	360	19,7
Plombières (Vosges). — Source Vauquelin	47	2,5
Plombières (Vosges). — Source n° 3.	29	1,53
— — — n° 5.	28	1,48
— — Trou des Capucins	21	1,16
Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire)		
Bains-les-Bains (Vosges)	16	0,89
Luxeuil (Haute-Saône). — Bains des Dames	5,7	0,29
Luxeuil (Haute-Saône). Grand Bain	2,3	0,12
Vichy (Allier). — Source Chomel	4,6	0,25

Néris (Allier)	4,2	0,23
Bagnoles-de-l'Orne	3,3	0,17
Salins-Moutiers (Savoie)	3,0	0,16
Cauterets. — Eaux-Bonnes. — Lamalou. — Mont-Dore	de 0,6 à 0,03	0,16 à 0,03
Royat. — Châtel-Guyon. — Alet	0	0

Les nombres de ce tableau ont été donnés pour des gaz vieux de quatre jours, et il est à peu près certain que si ces gaz avaient été étudiés à la source, ils se seraient montrés deux fois plus actifs (puisqu'ils perdent leur activité suivant la loi de moitié en quatre jours).

Les études faites jusqu'à présent sur les solides sont moins précises que celles qui se rapportent aux gaz ».

MM. Curie et Laborde qui viennent d'analyser les gaz et l'eau de la source « le *Lymbe* » de Bourbon-Lancy m'ont très obligeamment communiqué le résultat de leurs recherches encore inédites, ce dont je leur suis très reconnaissant : « Les gaz de la source « le *Lymbe* » ont une radioactivité moyenne inférieure à celle des sources de Plombières et l'eau possède également en dissolution une petite quantité d'émanation du radium ».

M. Moureu, professeur agrégé à l'École de Pharmacie, a également droit à ma reconnaissance pour la communication de ses recherches sur les gaz du « *Lymbe* » et de la « *Reine* ». Au lieu d'étudier la radioactivité du gaz des sources thermales, M. Moureu[1] s'attache à l'analyse précise de ces gaz et à l'évaluation du résidu constitué par l'hélium, l'argon, etc.

1. Ch. Moureu. *Communication à l'Académie des sciences*, novembre 1904.

« Le gaz qui s'échappe aux griffons des deux sources renferme pour 100 parties en volume :

	Source la Reine	*Source du Lymbe*
Oxygène..................	0.90	3.60
Azote......................	96.10	93.50
Acide carbonique...........	traces	traces
Argon + hélium...........	2.90	2.80

J'appelle l'attention sur l'abondance relativement grande du mélange *argon-hélium* dans ces sources. La raie spectrale principale de l'hélium dans le mélange est très forte et l'emporte en intensité sur les raies les plus fortes de l'argon ». (Ch. Moureu).

Voici, par comparaison, le tableau des sources antérieurement examinées :

Sources		CO^2	Oxygène	Azote	Argon Hélium, etc.
Bourbon-Lancy Saône-et-Loire)	Le Lymbe ...	trace	3,60	93,50	2,80
	La Reine.....	trace	0,90	96,10	2,90
Badgastein (Autriche		trace	1,40	97,25	1,35
Plombières (Vosges)	Source Vauquelin.	0,21	1	96,81	1,98
	» n° 3.......	néant	5,75	92,56	1,69
	» n° 5.......	néant	4,27	94,25	1,48
	» Capucins ..	1	8,90	88,65	1,45
	» Crucifix ...	néant	3,30	95,14	1,56
Bains-les-Bains (Vosges)........		trace	4,69	94,07	1,24
Luxeuil (Haute-Saône)	Bain des Dames.	1,9	0,6	95,44	2,06
	Grand bain....	3,07	1,8	93,09	2,04
Vichy (Source Chomel).........		31,2	13,37	54,93	0,50
Néris (Allier)...................		12,3	0,50	85,09	2,11
Salins-Montiers (Savoie)........		36,70	néant	62,54	0,77
Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées .		néant	néant	98,20	1,80

Ce qui frappe tout d'abord en examinant le résultat des recherches déjà publiées de MM. Curie et Moureu,

c'est qu'elles groupent toute une classe d'eaux à faible minéralisation que Durand-Fardel avait également réunies. « Les eaux faiblement minéralisées, riches en matière organique et à haute température, nous paraissent applicables aux formes douloureuses du rhumatisme, indépendamment de leur propre minéralisation, chlorurée sodique ou sulfatée ; ainsi ce groupe fort remarquable que forment les eaux de *Plombières*, plus arsénicale, de *Bains*, *Luxeuil* plus ferrugineuse, *Bourbon-Lancy* plus chlorurée, *Néris*, d'une plus grande richesse en matières organiques. »

Ce sont toutes des eaux hyperthermales venant d'une grande profondeur, ayant un fort dégagement de gaz constitué surtout par de l'azote, contenant très peu d'acide carbonique et dont deux d'entre elles, *Bourbon-Lancy* et *Néris*, présentent au pourtour des puits une végétation luxuriante de conferves. Ces stations ont un long passé médical puisqu'elles remontent à l'époque gallo-romaine. Le tableau ci-dessous permettra de mieux saisir leurs nuances différentielles :

STATION	PRINCIPES PAR LITRE	CORPS PRÉDOMINANT	TEMPÉRATURE	AZOTE POUR °/o
Bourbon-Lancy	1 gr. 82	Chlorure de sodium 1 g. 29	55° 8	96
Luxeuil	1 gr. 16	Chlorure de sodium 0 g. 77	47°	95.44
Néris	1 gr. 26	Bicarbonate de soude 0 g. 41	52°	85.09
Bains	0 gr. 49	Chlorure de sodium 0 g. 16	38°	94.07
Plombières-les-Dames)	0 gr. 27	Silicate de soude 0 g. 08	51° 8	94.25

De toutes les eaux jusqu'ici examinées, c'est ce groupe en effet qui contient le plus de résidu (argon et hélium) : *Bourbon-Lancy*, 2,90 et 2,80 ; *Néris*, 2.11 ; *Luxeuil*, 2,06 et 2,04 ; *Plombières*, 1,98 et 1,45 suivant les sources ; *Bains*, 1,24. Ce sont elles également qui ont les propriétés radioactives les plus accusées : *Plombières*, *Bourbon-Lancy*, *Bains*, *Luxeuil* et *Néris*.

Mais, il n'y a pas corrélation absolue entre les propriétés radioactives et l'importance du résidu. Ainsi *Bourbon-Lancy*, *Néris* et *Luxeuil* ont un résidu supérieur à *Plombières* et cependant celle-ci a plus de propriétés radioactives que les premières. Cela tient vraisemblablement à ce que les unes perdent plus rapidement que les autres leurs propriétés radioactives ; mais comme M. Curie a démontré, en se basant sur la présence constante de l'hélium dans les minéraux radioactifs, que ce gaz se produit régulièrement par la décomposition du radium, il est logique de penser que la présence de l'hélium est une indication de l'existence du radium dans les couches profondes, et qu'au griffon des sources, les eaux les plus radioactives sont celles qui contiennent le plus de résidu (argon et hélium).

Pratiquement, ce fait est de la plus haute importance et explique bien ce qu'on avait observé depuis toujours que les eaux prises à la source sont supérieures aux eaux transportées et que les installations balnéaires donnent des résultats d'autant plus parfaits qu'elles sont plus rapprochées de la sortie du sol des eaux minérales. Cela me rend compte aussi de l'action si remarquable des

étuves *spontanées* de Bourbon-Lancy qui reçoivent les vapeurs telles qu'elles se dégagent de l'eau du Lymbe, située dans leur voisinage immédiat.

Un point également intéressant est le suivant : C'est une véritable révélation, nous dit M. Laborde, de constater que les eaux minérales qui se sont montrées le plus radioactives sont les moins minéralisées. La radioactivité donnerait-elle la clef du mystère qui a frappé de tout temps les médecins s'occupant d'hydrologie ? « Tous les médecins, disait Constantin James [1], ont constaté le désaccord qui existe le plus souvent entre l'action thérapeutique des eaux et ce qu'on sait de leurs principes minéralisateurs. Mais qui pourrait affirmer que la science a dit son dernier mot et que nous ne trouverons pas un jour, dans les eaux minérales, cette inconnue, ce *quid divinum* que ni la chimie ni l'observation médicale n'ont pu encore isoler ? Faisons donc nos réserves et, tout en mettant à profit les analyses, ne compromettons pas par des explications prématurées les découvertes de l'avenir ? »

Quels sont, disait ailleurs Rotureau [2], les effets thérapeutiques d'eaux si peu minéralisées et doit-on expliquer leur action favorable par leur haute thermalité seule ? Quand on prétendrait que la chaleur native élevée des eaux minérales contribue à leur efficacité, cette propriété est insuffisante pour expliquer leur

1. Constantin James, *Guide pratique aux eaux minérales*. Masson, 1853.

2. Rotureau, *Des principales eaux minérales*, Masson, 1859.

puissance thérapeutique, car les physiciens et les chimistes ne signalent aucune différence entre le calorique contenu dans l'eau chauffée et dans celui de l'eau thermale. Si la chaleur seule de l'eau ou la vapeur guérissait le rhumatisme, l'eau ou la vapeur ordinaire élevée au même degré devrait avoir la même vertu et l'expérience ne l'a jamais confirmé. Il faut donc repéter qu'il n'existe aucune explication entièrement satisfaisante des vertus physiologiques et surtout curatives de ces eaux et qu'on ne se rend compte ni du principe, ni de la cause de leur mode d'action. » Plus tard, il est vrai, SCOUTETTEN[1] attribuait leurs propriétés à un état électrique qui a donné lieu à de nombreuses expériences et sur l'origine duquel la théorie récente des *ions* a jeté un nouveau jour ; mais la lumière n'a commencé à luire que depuis la découverte du radium.

Toutes les eaux riches en propriétés radioactives ont un effet thérapeutique commun, la *sédation* (qu'elle s'exerce sur le système nerveux ou sur l'appareil circulatoire), et une *action doucement stimulante* sur la nutrition générale qui se traduit dans les analyses d'urines par une augmentation du rapport de l'azote de l'urée à l'azote total. Frappés depuis longtemps de la richesse en azote des eaux sédatives, les membres de la Société d'hydrologie avaient discuté, au cours de la session 1896-1897, les rapports possibles de l'azote et de l'action sédative des eaux minérales, et MM. A. ROBIN

1. H. SCOUTETTEN, *De l'électricité considérée comme cause principale de l'action des eaux minérales sur l'organisme*, Paris, 1864.

et BINET avaient entrepris de résoudre par l'expérimentation ce problème resté jusqu'alors insoluble. Actuellement, la question a fait des progrès, et nous pouvons nous demander avec M. LABORDE si l'émanation du radium contenue dans certaines eaux minérales n'a pas une action sur l'organisme, quand nous nous rappelons que cette émanation a des actions physiologiques indiscutables et démontrées par les travaux de MM. Bohn, Danlos, Danysz, Bouchard et Balthazard. D'autant plus que, dans un rapport qu'il fit à l'Académie de médecine, le Pr RAYMOND[1] dit que l'action analgésiante semble être l'apanage de tous les corps radiants. « L'action analgésique des substances radioactives, dit-il, m'a d'autant plus séduit que nous ne connaissons que fort peu de moyens capables de diminuer aussi rapidement et aussi énergiquement les manifestations douloureuses en général. L'emploi des doses infinitésimales constitue une heureuse solution pratique de la question. »

En résumé, les eaux les moins minéralisées ont jusqu'ici décelé le plus de propriétés radioactives et ces eaux ont précisément la même caractéristique dans leurs modes d'action : la *sédation* qui s'exerce suivant les spécialisations de ces stations, chez les nerveux purs à *Néris*, dans les affections utérines à *Luxeuil*, dans les états pathologiques de l'intestin à *Plombières*, à *Bourbon-Lancy* enfin, dans les manifestations douloureuses du rhumatisme et dans les cardiopathies organiques et

1. RAYMOND, *Bull. de l'académie de médecine*, 21 juin 1904.

fonctionnelles, évoluant chez des sujets nerveux et excitables, dans les conditions que j'ai essayé de préciser [1].

Il est donc intéressant de rapprocher l'action sédative d'une eau minérale de sa teneur en radium et de se demander si l'une n'est pas la conséquence de l'autre.

Bourbon-Lancy, en particulier, se trouve au centre d'un pays ou M. DANNE a découvert des minerais radifères à Grury, distant de quelques kilomètres, et où M. LACROIX a trouvé des minerais de phosphate d'uranium à Saint-Symphorien-de-Marmagne. La composition du sol, très perméable, est identique à celle signalée par M. DANNE à Grury, où le minerai radifère se rencontre en filonnets étroits encastrés entre des roches quartzeuses et feldspathiques. Voici en effet ce que dit M. MICHEL LEVY, de la géologie de la région :

« Les sources de Bourbon-Lancy jaillissent dans la *faille* qui termine, à l'ouest, les terrains *cristallins* et *anciens* du Morvan, et les fait buter contre les *terrains triasiques*, *jurassiques* et *tertiaires* du pays plat. On trouve à Bourbon, au voisinage immédiat des sources, des indices d'un faisceau de *filons concrétionnés* conte-

1. PIATOT, *Traitement des maladies du cœur par l'hygiène et les agents physiques*. Thèse de doctorat. Paris, *Steinheil*, mai 1898. — *Les Cardiaques aux Eaux minérales, en particulier à Bourbon-Lancy*, *Congrès d'Hydrologie de Liège* oct. 1898, *Congrès de médecine de Paris* août 1900). — *Station hydro-minérale de Bourbon-Lancy*. Imp. Schlœber, 1899. — *Hygiène thérapeutique des cardiaques*, *Journal des Praticiens*, avril 1901. — *La cure thermale de Bourbon-Lancy*. Ouvrage récompensé par l'Académie de médecine (*Médaille d'argent*). Imp. Protat frères, Mâcon, mars 1903. — *Traitement des maladies du cœur, de la goutte et du rhumatisme à Bourbon-Lancy*. Imp. Protat frères, janvier 1905.

nant du *quartz*, de la *barytine* et de la *fluorine*, de l'âge des *arkoses triasiques*.

La faille, beaucoup plus ancienne, a réouvert ces fractures anciennes et il est probable que les eaux très chaudes de Bourbon-Lancy doivent en partie leur minéralisation aux minéraux contenus en profondeur par ces filons anciens dont elles lèchent le remplissage.

L'établissement même est situé à l'extrême limite ouest des *grauwackes* ou *quartzites foncés* de la région. »

Comme les eaux de cette station ont un résidu en argon et hélium, supérieur à celui de toutes les stations étudiées, et comme, d'autre part, les propriétés radioactives des gaz et des eaux transportées sont inférieures à celles de *Gastein* et de *Plombières*, il serait intéressant de pouvoir évaluer l'émanation du radium à la source même et de vérifier l'hypothèse que j'ai émise de la perte plus rapide de leurs propriétés radioactives.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS.